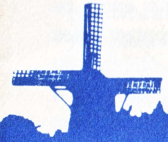
Radio Nederland

# INITIATION A LA TECHNIQUE

**Qu'est-ce qu'une *antenne* ?
Quelle différence y a-t-il entre une antenne d'émission et une antenne de réception?
Les différents types d'antennes pour différentes bandes d'ondes courtes, les matériaux à employer et façons de procéder pour installer une antenne, l'accord des antennes etc...**



B.P. 222
1200 JG Hilversum
Pays-Bas

# INITIATION A LA TECHNIQUE

Tout d'abord, il faut répondre aux questions: pourquoi une antenne et qu'est-ce qu'une antenne? Vous le savez tous, une antenne est constituée par un conducteur (fer, cuivre, etc...) depuis le simple fil jusqu'au tube plein ou creux. Donc, s'il y a utilisation d'un conducteur, il y a liaison. En effet, il y a liaison entre l'antenne et le milieu dans lequel il se trouve, c'est-à-dire l'air ou l'atmosphère qui l'entoure. On dit souvent que l'antenne est l'organe de transfert de l'énergie haute fréquence entre l'appareil auquel elle est reliée et le milieu qui l'entoure. Naturellement, lorsqu'on parle de liaison ou de transfert, il s'agit ici de haute fréquence. Rien ne se produira si, ayant disposé deux tiges métalliques espacées de quelques centimètres, nous appliquons à l'une d'elles une tension issue d'un générateur basse fréquence, même si la tension est élevée comme celle du réseau d'alimentation (220 v, 50 ou 60 pps). Par contre, si nous appliquons toujours à cette même tige métallique une tension haute fréquence, nous trouverons cette même haute fréquence sur l'autre barre. Bien sûr, la tension récuperée sera différente - mais la liaison aura bien été établie à travers l'air qui sépare les deux tiges.

Cette petite expérience nous amène à parler tout naturellement des ondes électromagnétiques. Comme je viens de vous le rappeler, elles se propagent dans l'atmosphère. On dit aussi à travers l'éther et même dans le vide. Mais comment se propagent-elles? Là aussi, une image a toujours été utilisée et je la reprendrai. C'est celle de la pierre qu'on jette dans une eau calme. Du point de chute ou point d'impact, une série de cercles concentriques vont partir. En s'éloignant, ces cercles vont s'élargir. Mais, si nous regardons bien, nous voyons que la forme précise de la crête créée, au point de départ, va diminuer de précision. C'est un peu comme si, dessinant le phénomène, nous commencions par tracer les premiers cercles avec de l'encre, pour continuer avec un crayon en appuyant fort, pour poursuivre par un crayon marquant à peine et finir en appuyant de moins en moins. Cette "image" est bien celle de la propagation des ondes électromagnétiques. Ici, nous n'envoyons qu'une impulsion, comparable à la pierre qui frappe l'eau, nous aurons, suivant la puissant HF (Haute Fréquence), comparable elle aussi à la violence avec laquelle la pierre sera jetée, un amortissement plus ou moins rapide en temps et en trajet parcouru. Il faut, toutefois, faire une différence entre la propagation des ondes électromagnétiques dans l'atmosphère et la propagation des ondes sur l'eau. Les dernières se déplacent uniquement dans un seul plan. L'eau calme du lac, ou même d'un récipient dans lequel nous avons jeté notre pierre, est dans le plan horizontal, et des cercles concentriques vont se former. Par contre, les ondes électromagnétiques vont se propager dans tous les plans "horizontal, vertical et oblique", si bien que l'ensemble peut être assimilé à des sphères concentriques qui vont grossissantes. Naturellement, cela est théorique, car le sol, jouant le rôle de réflecteur, va modifier l'aspect de ces sphères. Nous verrons plus loin ce qu'on appelle la hauteur efficace d'une antenne.

Puisque nous avons commencé à parler des ondes radioélectriques ou électromagnétiques, en faisant une analogie avec les ondes produites sur l'eau. Continuons et définissons ainsi ce qu'on appelle la longueur d'onde et la fréquence. Lorsque la pierre est arrivée en contact avec l'eau, un premier cercle s'est formé, puis un deuxième, alors que le premier s'était éloigné du point de chute. Puis, un troisième alors que le deuxième s'était lui aussi éloigné, etc. Mais nous pouvons remarquer que lors des déplacements et au moment de la formation d'un nouveau cercle, le précédent est à la place de celui qui l'a lui-même précédé et ainsi de suite. Si au temps T1, le cercle 1 est à l'emplacement A, alors qu'il y a formation du cercle 2 au temps T2, alors qu'il y a formation du cercle 3, le cercle 2 est à l'emplacement A. La distance qui



sépare ces différents cercles ne variera pas. C'est la longueur d'ondes. Pour les ondes radio, c'est la même chose.

Laissons l'eau reprendre son calme et recommençons l'expérience. Par exemple, tendons une corde. Nous pouvons dire que nous prenons un accessoire, "une corde", que nous tendons au-dessus de l'eau à quelques dizaines de centimètres de l'endroit où nous jetons notre pierre. Comptons maintenant le nombre de cercles qui passent sous cette corde tendue en une seconde. Ce nombre nous indiquera la fréquence. Donc, plus nous compterons de cercles et plus la fréquence sera grande, c'est-à-dire, si nous revenons maintenant aux ondes radioélectriques, plus important sera le nombre de sinusoïdes complètes. En basses fréquences (BF) on désignera ce nombre par p.p.s. (périodes par seconde) et surtout par Hz (hertz par seconde) ce même nombre. Aussi, nous dirons que telle ou telle station émet sur x kilocycles, ou x mégahertz.

Ces deux noms font apparaître une classification des longueurs d'onde, un peu comme celle des poids et mesures. Le but de cette classification est de simplifier le langage et éventuellement les calculs. L'unité de départ restant le cycle ou le hertz correspondant à une période complète en une seconde. Il serait très difficile d'exprimer sans risque d'erreur, une fréquence de plusieurs millions de cycles. Pourtant, ces valeurs sont courantes et les ondes courtes en sont la preuve. La classification des ondes, suivant leur longueur d'ondes exprimée en cycles ou en hertz sera donc: cycles, hertz/kilocycles, kilohertzs/mégacycles, mégahertz que l'on exprime par: cs, Hz/kcs, kHz/Mcs, MHz. Mais, sachant qu'une onde électromagnétique se propage dans l'atmosphère à la même vitesse que la lumière, soit à 300.000 kilomètres à la seconde, on peut établir une relation entre cette vitesse et la longueur d'onde que nous venons de définir pour exprimer cette dernière en mètres cette fois-ci. La formule que vous connaissez est:

$$F_{mètres} = \frac{300.000}{\lambda}$$

$\lambda$ étant naturellement la fréquence de la longueur d'onde exprimée en kilocycles ou en kilohertz. Cette formule est bien réversible et en partant d'une fréquence exprimée en mètres, nous pouvons trouver la correspondance en cycles ou hertz en faisant:

$$\lambda = \frac{300.000}{F_{mètres}}$$

Lors de vos calculs, vous aurez toujours intérêt à simplifier pour éviter ler erreurs dues aux zéros. Ce nouveau mode d'expression nous amène tout naturellement à une nouvelle classification des ondes qui ira dans le sens opposé de la précédente. Plus le nombre de cycles ou de hertz déterminant la longueur d'onde sera grande, plus le nombre de mètres déterminant la même longueur d'onde sera petit. D'où la progression suivante, pour ne parler que des longueurs d'onde courantes.

Ondes centimétriques/ ondes décimétriques/ ondes métriques/ ondes décamétriques/ ondes hectométriques/ ondes kilométriques. Regardons à quoi correspondent sur les cadrans de nos récepteurs ces différentes catégories. Commençons par les ondes kilométriques. Ce sont celles que l'on a coutume de nommer G.O. ou Grandes Ondes. Mais attention: ce terme de "grandes ondes" ne s'applique que si la fréquence est exprimée en mètres, car n'oublions pas que les grandes ondes sont justement celles qui présentent le plus petit nombre de cycles ou hertz.

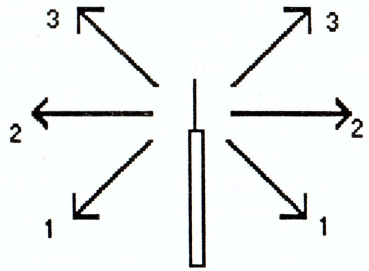
Viennent ensuite les ondes hectométriques, qui sont les P.O. ou Petites Ondes, que l'on

nomme aussi O.M. Ondes Moyennes. Elles sont comprises entre 100 et 999 mètres. Elles sont suivies des ondes décamétriques qui, toujours en nous servant de l'expression en mètres, vont de 10 à 99 mètres. Elles représentent l'ensemble des ondes courtes. Sur les cadrans des récepteurs classiques, cette gamme onde courte s'arrête avec la bande des 50 mètres. Seuls, les récepteurs dit de Trafic vont au-delà. En effet, entre 50 et 99 mètres, vous ne trouvez plus de station de radiodiffusion, mais seulement des stations assurant les liaisons aériennes, maritimes, etc... sans oublier les amateurs.

En poursuivant, nous trouvons les ondes métriques et décimétriques qui sont des ondes Très Courtes et sont utilisées pour les émetteurs à modulation de fréquence ou de télévision. Pour finir avec notre classification, disons que les ondes centimétriques ou Ultra Courtes sont utilisées, entre autres, par les radars.

Nous avons dit en commençant cet exposé que l'antenne émettrice "envoie" des ondes électromagnétiques dans les trois dimensions. Il y a donc forcément une onde qui vient toucher le sol (1), une onde qui se propage horizontalement par rapport au sol et ce à la hauteur déterminée (2) par l'antenne et, enfin, une onde qui monte vers la haute atmosphère (3). Ces trois ondes portent bien sûr des noms:

- Pour la numéro 1, c'est l'Onde de Sol
- Pour la numéro 2, c'est l'Onde Directe, et
- Pour la numéro 3, c'est l'Onde Réfléchie.




En nous servant de ces trois noms, voyons la propagation propre à chaque catégorie d'onde dans la classification que nous avons établie et en même temps, quels sont les avantages et les inconvénients...

1. Les Grandes Ondes (G.O.)

Elles se propagent par leur Onde de Sol qui suit et contourne les obstacles du parcours, soit directement, soit par diffraction. Le résultat est que les grandes ondes sont reçues de façon presque identique, que ce soit le jour ou la nuit en tous points "touchés" normalement et déterminés par la puissance de l'émetteur. Mais elles sont sujettes aux parasites industriels qui eux aussi sont au sol. Par contre, l'onde verticale qui peut donc être réfléchie est pratiquement nulle, ce qui limite la portée.

2. Les Petites Ondes (P.O.) ou Ondes Moyennes (O.M.)

Leur Onde de Sol est absorbée rapidement par les obstacles qu'elle rencontre. Il ne peut donc y avoir de liaison grâce à elle ou du moins, que de façon épisodique. Restent donc le type 2 et le type 3. Comme dans le cas des Grandes Ondes, on peut rapprocher la transmission réalisée par l'onde directe (horizontale) de celle de type 1, elle sera tout de même absorbée par les obstacles naturels: les montagnes, par exemple.

Reste donc l'onde de type 3. Montant vers la haute atmosphère, elle va trouver une couche ionisée et rebondir dessus, ou se réfléchir dessus, un peu à la manière d'un rayon lumineux qui se réfléchit dans un miroir. Suivant l'angle d'incidence, c'est-à-dire, suivant l'angle avec lequel l'onde issue de l'antenne émettrice vient frapper la couche par rapport à la verticale, l'onde réfléchie, qui fait le même angle, pourra transporter la modulation à des milliers de kilomètres du point de départ. Malheureusement, ce système de propagation ne se produit qu'avec la tombée du jour, continue et augmente même pendant la nuit pour disparaître avec celle-ci. Ainsi s'expliquent les difficultés de propagation rencontrées avec ces ondes qui sont



surtout utilisées par les émetteurs locaux.

Un autre inconvénient est à signaler. Si un auditeur reçoit correctement l'onde de sol ou l'onde horizontale, il risque lors des passages *jour/nuit* et *nuit/juir* d'être gêné par la superposition des deux systèmes. Il risque en effet de recevoir toujours l'onde de type 1 et 2 et aussi l'onde de type 3.

Si, en raison même du trajet, donc du temps nécessaire à la réflexion, cette onde type 3 arrive en retard par rapport à l'onde type 2, la qualité s'en trouvera affectée. Ce phénomène durera tant que la puissance de l'onde réfléchie ne sera pas supérieure à celle de l'onde directe.

3. LES ONDES COURTES

Le phénomène constaté avec les P.O. va encore s'accroître. Avec les petites ondes, nous avions constaté que, plus la longueur d'onde, exprimée en mètres, était faible, plus l'absorption était grande, en ce qui concerne les ondes de type 1 et 2. Avec les ondes courtes elle sera tellement importante que nous envisagerons surtout la propagation grâce aux ondes réfléchies (type 3). Ces dernières vont donc, après avoir quitté l'antenne, se diriger vers les couches ionisées qui entourent la terre. Alors qu'elles perceront la couche, sur laquelle les ondes moyennes se réfléchissent et que l'on appelle la couche E (jadis appelée la couche d'Heaviside), elles se réfléchiront sur une autre couche, la couche $F_2$ (autrefois appelée la couche d'Appleton).

La couche E se trouve située entre 80 et 100 kilomètres de la surface terrestre, alors que la couche $F_2$ est comprise entre 200 et 300 kilomètres. Cette couche réfléchissante varie en altitude, suivant les saisons et aussi les heures de la journée. Un autre paramètre va intervenir: c'est la densité de l'ionisation de cette couche. En effet, plus elle sera importante, meilleure sera la réflexion et vice versa. C'est un peu comme en optique, où la quantité des miroirs joue un rôle primordial. Cette densité est déterminée par l'activité solaire et par le cycle des éruptions qui se produisent à la surface de cet astre en produisant les taches bien connues.

Enfin, il ne faut pas oublier la longueur d'ondes. Sous le terme d'ondes courtes, nous groupons en effet l'ensemble des ondes décamétriques, mais il y a une grosse différence au niveau de la réflexion suivant que l'on se trouve en haut ou en bas de gamme O.C.

Examinons le mode de propagation général. Appelons A le point de départ, c'est-à-dire l'antenne, et B le point où l'onde vient de frapper la couche ionisée. Comme pour les P.O., l'angle de réflexion sera le même que celui de l'arrivée. Comme en optique, on peut dire que l'angle réfléchi est égal à l'angle incident; ceci, naturellement par rapport à la normale, c'est-à-dire à la perpendiculaire, où ici, à la ligne fictive qui réunit ce point B au centre de la Terre. L'onde réfléchie va donc revenir vers la surface du globe. Elle le touchera au point C, sous un certain angle, pour "remonter" vers la couche ionosphérique qu'elle atteindra au point D, pour retourner au sol au point E et ainsi de suite. Entre les différents points d'impact, c'est-à-dire entre A et C, puis entre C et E etc., il y a ce qu'on appelle des *zones de silence*. Cela signifie qu'en théorie, un auditeur situé entre A et C, par exemple, ne pourra pas recevoir les émissions provenant de A. En pratique, on recevra mal, grâce d'une part à l'onde directe de sol, si nous ne sommes pas situés trop loin de l'émetteur et d'autre part grâce aux réflexions secondaires. A celles-ci, il faut ajouter, comme nous l'avons déjà vu, les déplacements en altitude suivant les heures et les saisons de la couche ionisée. Enfin, il faudra tenir compte de l'angle de réflexion. Cet angle sera d'autant plus grand, toujours par rapport à la normale ou perpendiculaire, que la longueur d'onde, exprimée en mètres, sera plus petite.

Ainsi, cette zone de silence, qui semblait être un défaut, peut devenir une qualité. Reprenons notre exemple. Si les espaces compris entre A et C ou C et E sont des endroits habités, la zone de silence sera très gênante, puisque nous ne pourrons pas "toucher" l'auditeur de façon certaine. Par contre, si seuls les points A, C, E représentent les espaces entre continents, par exemple, le problème sera différent. Désirant en permanence assurer une liaison entre A et C ou entre A et E, nous n'avons que faire d'être ou non reçu entre ces points. C'est le cas des liaisons intercontinentales. Il va sans dire que le choix de la longueur d'onde est très important. Ainsi, les ondes comprises entre 50 et 100 mètres donneront leur maximum d'efficacité surtout la nuit et couvriront les distances de plusieurs milliers de kilomètres. Diminuons la longueur d'onde, passons dans les bandes des 40 à 50 mètres: l'angle de réflexion grandit, mais c'est encore de nuit que ces ondes sont les plus valables. Leur portée, qui atteint facilement les 1000 kilomètres durant la nuit, peut retomber au dixième de cette valeur au cours de la journée. C'est d'ailleurs un phénomène que vous, auditeurs d'ondes courtes, connaissez bien.

Poursuivons et passons dans les bandes des 20 à 30 mètres: l'angle s'ouvre encore plus et la zone de silence entre le point de départ et le point réfléchi s'allonge. Mais en même temps, une certaine régularité apparaît. De jour comme de nuit, on peut être assuré d'une transmission "identique". Ces deux raisons font donc que ces longueurs d'ondes sont utilisées plus particulièrement dans les transmissions intercontinentales. En descendant toujours vers le bas de la gamme, on pourrait penser que cette sûreté dans les liaisons augmente. Mais hélas, si la régularité peut persister, c'est le problème de la réflexion qui risque de nous gêner. N'oublions pas que, d'une part l'angle s'est considérablement ouvert, mais que d'autre part, la couche ionisée peut soit réfléchir plus ou moins en fonction de sa densité, mais aussi se déplacer en altitude. Or, si la couche monte, l'onde réfléchie peut ne plus rejoindre la Terre, mais passer tangentiellement à la surface de celle-ci et aller se perdre dans l'espace. C'est un cas qui se produit dans la bande des 10 mètres. Naturellement, tout ceci est très théorique. Mais la pratique, pour une fois, rejoint d'assez près ces données.
Avant de poursuivre avec les ondes métriques et centimétriques, nous pouvons résumer ce qui vient d'être dit et établir un tableau de classement (voir la page 6).

Examinons maintenant le quatrième cas, celui des ondes métriques et décimétriques. Les ondes métriques et les ondes décimétriques sont utilisées pour la télévision et la radiodiffusion en Modulation de Fréquence. Leur mode de propagation est semblable à celui des ondes lumineuses. On dit qu'elles portent à vue. Cette portée limitée est stable quelque soit l'heure ou la saison. Naturellement, en pratique, les distances sont un peu augmentées en raison des réflexions de cette onde directe sur les obstacles qu'elle rencontre au cours de son trajet. La propagation due à ces réflexions est, bien sûr, moins stable.

Tous les installateurs d'antenne de télévision connaissent ce problème et l'un des phénomènes dont voici un exemple: Un récepteur de télévision installé dans un endroit "difficile" ne recevait "plus rien" dès la fin de la journée. La raison de ce "trou" était due aux grues métalliques d'un chantier de construction. En fin de journée, les travaux étant arrêtés, les grues étaient tombées, disons toutes immobilisées dans un même sens et faisaient un écran réflecteur qui dirigeait les ondes en dehors du champ de réception de l'antenne. Bien entendu, le cas inverse peut se produire. De même que l'on peut obtenir avec ces ondes métriques ou décimétriques, et toujours grâce aux réflexions des portées de plusieurs centaines, voire, des milliers de kilomètres, mais ceci n'est qu'une facétie des ondes hertziennes et ne peut être exploitée.



| TYPE | LONGUEUR D' ONDE | MODE DE PROPAGATION | PORTEE JOUR | PORTEE NUIT | UTILISATION |
|---|---|---|---|---|---|
| GO | + 1000 | ONDE DE SOL | TB MAIS RISQUES DE PARASITES | TB | RADIODIFFUSION |
| PO | + 100/999 | onde de sol + réflexion sur 1ère couche (E) | B | TB | RADIODIFFUSION |
| OC | 50/100 | réflexion sur 2ème couche (F) | AB | TB | TRAFIC |
| OC | 40/50 | réflexion sur 2ème couche | M | B | RADIODIFFUSION |
| OC | 20/30 | réflexion sur 2ème couche | B | B | LIAISONS INTER-CONTINENTALES |
| OC | 10 | réflexion sur 2ème couche | Risques de coupures de la Liaison | | TRAFIC |

Dans notre classification des longueurs d'ondes, il nous reste à voir les ondes centimétriques. Ce sont les ondes utilisées entre autres pour le *radar*. Je crois que ce seul nom les définit. Elles percent les couches ionisées dont nous avons parlé, et sont réfléchies par des obstacles fixes ou mobiles, tels que continents, avions, bateaux, astres, etc. Comme leur utilisation est particulière, je vous propose de ne pas aller plus loin dans ce sujet et de voir plus en détail les ondes et les antennes ondes courtes.

Tout d'abord, définissons ce que l'on entend par *plan de polarisation* d'une antenne. En réalité, il faudrait mettre *plan* au pluriel, car il y en a deux: un magnétique et un électrique et ce pour n'importe quelle antenne. Ils sont perpendiculaires l'un par rapport à l'autre, mais celui qui détermine la polarisation de l'onde est le plan électrique ou, pour être plus précis, électrostatique. Le rayonnement au départ s'effectuera suivant son orientation. C'est donc le plan de l'antenne émettrice. Ainsi, cette dernière se compose d'une simple tige perpendiculaire, son plan sera vertical. Par contre, si cette même antenne est une nappe par rapport au sol, son plan sera horizontal. Mais, dans le cas des ondes courtes, ce plan peut tourner de 90° et reprendre une polarisation verticale pendant le trajet de propagation.

En ce qui concerne les ondes métriques ou décimétriques, en raison même de leur type de propagation, la polarisation de l'antenne devra être la même aussi bien à l'émission qu'à la réception. Mieux les antennes seront dites dirigées et munies de directeurs et de réflecteurs. Il en sera de même avec les ondes centimétriques et le réflecteur prendra la forme d'une parabole.

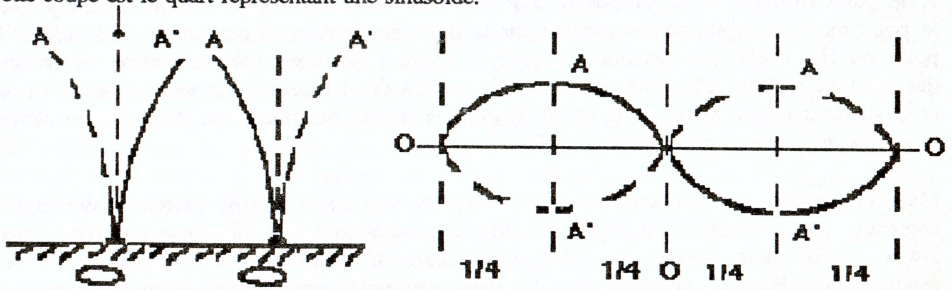
Une question se pose: quelle différence y a-t-il entre une antenne d'émission et une antenne de réception? La réponse est simple: il n'y en a aucune au niveau d'antenne. La seule différence est que l'antenne d'émission est alimentée et rayonne, alors que l'antenne de réception, ou collecteur d'ondes, reçoit ce rayonnement et alimente. Si nous inversons les branchements, les rôles des antennes sont inversés eux aussi. Ce système est d'ailleurs utilisé couramment dans les liaisons simplex et dans les liaisons en alternat, pour les télécommunications. Naturellement, un tel système fait appel à l'antenne dite "accordée", c'est-à-dire rayonnant ou recevant une fréquence bien déterminée. A côté de cette antenne, il existe une autre qui, grâce à l'évolution technique des récepteurs et à l'apparition du réglage unique, est beaucoup plus simple. Elle est dite "ordinaire" et permet la réception de la plupart des stations existantes. Comme il a été dit que l'antenne émettrice et l'antenne réceptrice pouvaient s'inverser, on peut dire que les caractéristiques s'appliquant à l'une peuvent s'appliquer à l'autre.

Je vous propose donc de baser nos études et nos expériences sur l'antenne émettrice. Il semble plus facile d'admettre que, sous l'action d'une énergie contrôlable et mesurable, un brin métallique puisse réagir - plutôt que d'admettre que cette même réaction ait lieu sous l'action des ondes hertziennes.

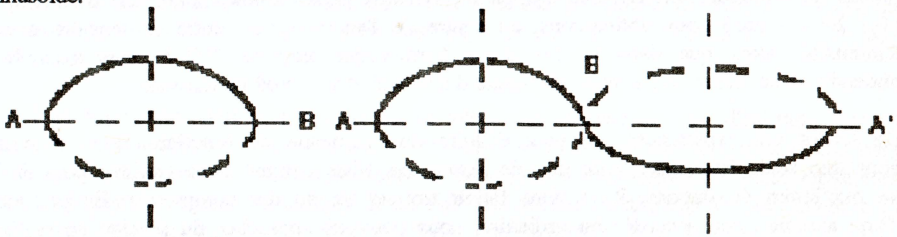
On a coutume de dire qu'une antenne "oscille" ou plus simplement qu'elle "vibre". On peut donc facilement et, pour mieux comprendre, faire une analogie mécanique. Prenons par exemple une tige fine, serrons-la dans un étau par une de ses extrêmités. Tirons sur l'autre extrêmité, plus relâchons-la. La tige revient à sa position d'origine, puis la dépasse. Elle "va" jusqu'à une distance égale et opposée à celle où nous l'avions tirée. Puis elle revient, repasse par sa position perpendiculaire et la dépasse pour aller "presque" jusqu'à la position où nous l'avions tirée. Elle poursuivra, vous le savez, ce mouvement en diminuant son amplitude à chaque parcours et ce, jusqu'à ce qu'elle se retrouve au point initial, amplitude O, qu'elle a *vibré* ou *oscillé*. L'amplitude de ces oscillations est maximum à l'extrêmité libre et minimum au niveau de l'étau qui serre l'autre extrêmité.

A l'extrêmité libre, on dit qu'il se forme un *ventre* et à l'extrêmité bloquée, un *nœud*. Continuons ces expériences mécaniques. Cette fois, nous prenons une corde que nous tendons entre deux points fixes A et B. Tirons-la en son milieu, puis relâchons-la. La corde, un moment déformée, va repasser par sa position initiale, puis la dépasser et, comme dans l'expérience précédente, *vibrer* ou *osciller*. Ici, par exemple, nous aurons la formation du ventre au centre de la corde, et d'un nœud à chaque extrêmité.

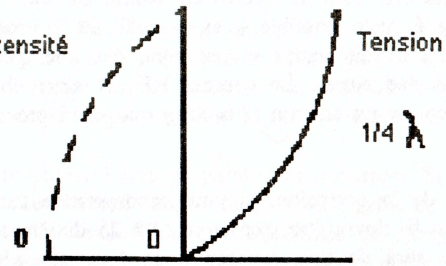
Examinons les dessins représentant ces deux expériences. Dans la première, notre tige dessine une sorte de coupe. Mais si nous regardons bien, nous voyons que l'enveloppe de cette coupe est le quart représentant une sinusoïde.

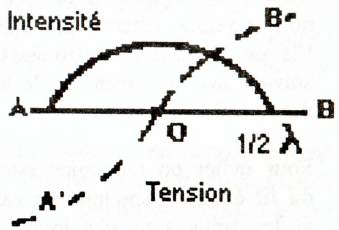



On dit que la tige vibre en quart d'onde. Dans la seconde expérience, la corde dessine un genre d'oval aux extrêmités pointues, dont l'enveloppe est la moitié de la courbe représentant une sinusoïde.




On dit alors que la corde vibre en demie onde.
Revenons maintenant à nos antennes et appliquons-leur le même raisonnement. Nous pourrons dire qu'une antenne dont l'une des extrêmités sera réunie à la terre vibrera ou oscillera un quart d'onde, alors qu'une antenne qui n'aura pas au moins l'une de ses extrêmités réunie au sol vibrera ou oscillera en demie onde. Mais si, avec la tige métallique ou la corde, nous dessinions une courbe correspondante à leurs élongations - avec les antennes, c'est deux courbes qu'il nous faudra tracer. Ces deux courbes sont la représentation de la tension pour l'une, et de l'intensité pour l'autre. Elles sont identiques, mais opposées et ainsi à un ventre de tension correspond un nœud d'intensité, alors qu'à un nœud de tension correspond un ventre d'intensité. La première que nous avons tracée et qui correspondait aux élongations mécaniques de la tige métallique était pour l'antenne réunie au sol, par une de ses extrêmités, sa courbe de tension, et pour celle qui avait ses deux extrêmités isolées, sa courbe d'intensité. Donc, pour la première, nous trouverons un maximum de tension à l'extrêmité isolée et un maximum d'intensité à l'extrêmité réunie à la terre, alors que pour la seconde, nous trouverons un maximum de tension à chaque extrêmité et un maximum d'intensité au centre.



Naturellement, il y a d'autres vibrations ou oscillations possibles. Ainsi, une antenne dont les extrêmités sont isolées au sol peut osciller par exemple en *onde entière* ou λ . Appelons A le point d'origine de la sinusoïde, O le point où la courbe atteint son maximum positif, B le point où cette même courbe repasse par la ligne horizontale ou courbe des ordonnées, O' le point où elle atteint son maximum négatif et enfin, C le point d'aboutissement sur la courbe des ordonnées. Nous obtiendrons: 1) pour la courbe des tensions: trois ventres situés en A, B et C, et deux nœuds situés en O et O'; 2) pour la courbe des intensités: deux ventres situés en O et O' et trois nœuds situés en A, B et C.

Mais en partant des fondamentales 1/4 λ (quart d'onde) et 1/2 λ (demie onde) pour les antennes ayant une extrêmité réunie au sol, on peut trouver des vibrations ou oscillations en 3/4 λ (trois-quarts d'onde) ou 5/4 λ (cinq quarts d'ondes) ou un multiple impair de la fondamentale. Pour les antennes dont les deux extrêmités sont isolées, et toujours en partant de la fondamentale λ /2 (demie onde), on pourra trouver en plus de λ (onde entière) déjà citée, 3/2 λ (une fois 1/2 l'onde entière) ou encore 4/2 λ (2 ondes entières), etc. Dans ces modes de vibration, une différence apparaît. Lorsque nous aurons à faire une harmonique paire (λ , 2λ ---- etc.) nous obtiendrons, au centre de l'antenne, un ventre de tension et un nœud d'intensité; alors que dans le cas d'une harmonique impaire (3/2 λ par exemple), nous obtiendrons au centre de l'antenne un ventre d'intensité et un nœud de tension.

De toutes ces expériences, on peut déduire que l'antenne ne fonctionnera parfaitement que pour une seule fréquence: celle dite de *résonance*. Mais comme nous voulons pouvoir "capter" un maximum de stations, il va nous falloir trouver un ou des compromis. En prenant le cas d'une antenne, non accordée ou ordinaire, nous pouvons approcher du résultat en réalisant une antenne qui vibre, soit sur les fondamentales, soit sur les harmoniques des ondes à recevoir et cela, pour l'ensemble des gammes. Si par exemple, nous avons un fil ou brin de 12,5 mètres et si nous ne tenons pas compte de ce que l'on nomme l'effet de bouts, notre antenne vibrera en onde entière pour cette fréquence; alors que pour la bande de 50 mètres, nous serons en 1/4 onde et pour les 20 à 25 mètres en 1/2 onde.

Mais il faut aussi se rappeler que plus une antenne est longue, plus elle capte d'énergie haute fréquence. Donc, une bonne antenne ordinaire devra:

- Etre aussi longue que possible;
- Aussi haute que possible;
- Aussi éloignée que possible de tous points ayant un contact avec le sol.

Il faudra en particulier se méfier des arbres, des gouttières métalliques, etc. Voyons maintenant comment installer cette antenne ordinaire idéale. Nous utiliserons du fil de cuivre qui ne risque pas de s'allonger. Nous éliminerons donc le cuivre dit recuit. Si notre antenne n'est déstinée qu'à la réception, le fil torsadé reste possible - alors qu'il est à proscrire si nous voulons émettre. En effet, au bout d'un certain temps et par suite des intempéries, les fils de la torsade se trouvent isolés les uns des autres. Le courant HF est alors obligé, en suivant le mouvement de la torsade, de parcourir un chemin plus long que celui prévu - d'où désaccord de l'antenne.

Pour éviter ou du moins ralentir les effets de la corrosion, je vous recommande l'utilisation du fil étamé. Dans tous les cas, la section du fil devra être d'environ 20 à 25 dixièmes et plus si les brins sont très longs. Notre antenne sera de type horizontal et donc attachée à ses



deux extrêmités à des supports. Ceux-ci pourront, par exemple, être des poteaux en bois, comme ceux qui supportent les lignes téléphoniques ou électriques, ou des mâts plus légers en bambou, fibre de verre. Mais pour respecter le troisième point de la règle d'installation d'une antenne, nous allons devoir, dans tout les cas, isoler. Pour cela, nous utiliserons des isolateurs en verre ou en porcelaine et plus particulièrement, ceux que l'on appelle *poulie* ou *noix*, ces noms leur venant de leur forme et leur ressemblance avec l'objet ou le fruit. Ces isolateurs présentent, outre leur fonction principale, l'avantage au cas où ils viendraient à être cassés, d'éviter la rupture de la fixation. En effet, si nous prenons le cas de la poulie par exemple, nous avons un trou central par lequel nous ferons passer le fil d'antenne et une gorge circulaire dans laquelle viendra se placer le cordage de fixation. Cela revient à dire que le fil d'antenne passe et se noue dans une boucle constituée par le cordage. Au cas où l'isolateur viendrait à être brisé, les deux parties resteraient attachées. Le cordage de fixation dont il vient d'être fait mention sera constitué par de la corde goudronnée. Quant aux isolateurs, il faudra en prévoir au moins deux, entre chaque extrêmité de l'antenne et le potelet support. La descente, ou fil raccordant l'antenne au récepteur, sera faite avec du câble isolé, voire même blindé dans certains cas. Il sera soudé au collecteur d'onde et la soudure sera autant que possible protégée contre les oxydations, dues aux intempéries, par de la peinture ou du vernis.

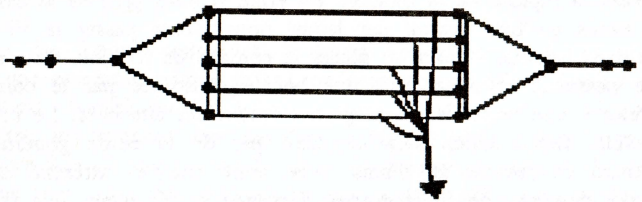
Il nous faut maintenant tout préparer au sol et avant tout, choisir le type d'antenne. Les plus courants, et ceux donnant les meilleurs résultats, sont: l'antenne horizontale en nappe, l'antenne en V, l'antenne en L (dont la descente se trouve à l'extrêmité), et enfin l'antenne en T (dont la descente est prise au centre). Il ne faut pas oublier qu'une antenne est toujours plus ou moins directive, et que l'on pourra, en l'orientant, favoriser plus ou moins telle ou telle réception suivant le type d'antenne choisi, ou éviter d'être par trop gêné par certaines stations émettrices puissantes. Avec l'antenne en nappe et l'antenne en L, le sens de directivité sera celui du brin. Avec l'antenne en V, c'est la pointe de l'angle qui indiquera la direction. Enfin, avec l'antenne en T, le sens de directivité sera perpendiculaire au brin de l'antenne.

Passons maintenant au montage. Comme il a été dit, il sera fait au sol, puis mis en place au sommet. Si vous choisissez l'antenne en L, un simple fil et deux potelets suffiront, alors que si vous choisissez l'antenne en V, il vous faudra trois points de fixation. J'attire votre attention sur le fait qu'il ne faut jamais utiliser les arbres, même gros, comme mâts supports. A cela, deux raisons: a) les petites branches et les feuilles peuvent, en poussant au printemps, venir toucher le brin rayonnant d'antenne et le réunir plus ou moins à la terre; b) un arbre, quelle que soit sa grosseur, est mobile, surtout à sa partie supérieure. Le vent le fait remuer et ses mouvements risquent, même si vous avez prévu une certaine souplesse dans les câbles de fixation d'antenne, de casser le fil de cuivre, du ou des brins rayonnants.

Au cas où l'implantation de mâts est impossible, il vaut donc mieux s'accrocher à une construction en dur (mur de maison par exemple) en prévoyant une fixation assez longue pour éloigner le plus possible l'antenne de cette construction et en interposant un nombre d'isolants plus importants dans la corde goudronnée de fixation.

Mais revenons à nos préparatifs de montage. Si vous avez choisi l'antenne en nappe, il vous faudra tout d'abord couper quatre à cinq brins de fil de cuivre à la même longueur, aussi grande que possible, puis fixer aux extrêmités de chaque brin un isolateur (poulie ou noix). De ces isolateurs partiront de petits tronçons de corde goudronnée de 20 à 30 centimètres environ,

qui seront eux-mêmes fixés sur un tasseau de bois dur, comme du chêne, du hêtre, etc. Naturellement, les cordes seront espacées régulièrement et la longueur des tasseaux devra être comprise entre 50 et 80 centimètres. On aura pris soin aussi de peindre ou de vernir ou simplement de goudronner le bois pour le protéger. Aux extrêmités de chaque tasseau, nous fixerons des cordes goudronnées. Chacune d'elles passera par le trou central d'un isolateur. Nous aurons un V d'attache à chaque extrêmité de la nappe. Il ne nous restera plus qu'à réunir, toujours avec de la corde goudronnée, chaque isolateur à son point d'ancrage (mât, poteau, ou mur).



La descente d'antenne sera raccordée à l'une des extrêmités de la nappe. Pour cela, nous souderons à chaque brin de l'antenne un morceau de fil de descente, puis nous les réunirons en un seul, après épissure et soudure. C'est de ce point que se fera la véritable descente. N'oubliez pas de protéger vos soudures contre les oxydations par de la peinture ou du vernis.

Il reste maintenant à planter les poteaux ou les mâts et à hisser l'antenne. Dans le cas de poteaux dont la section est assez importante, il suffira dans la plupart des cas de les "planter" dans le sol en creusant un trou d'une cinquantaine de centimètres de profondeur et en les calant à l'aide de pierres ou en faisant une coulée de ciment ou de mortier. Par contre, si vous choisissez les mâts, qui sont les plus légers, il faudra prévoir un haubanage, car même bien plantés dans le sol, ils risqueraient de plier ou même de casser. Suivant la hauteur des mâts, il faudra prévoir un ou deux points de maintien qui seront situés aux premier et deuxième tiers de la longueur et seront constitués de colliers. De ces colliers partirons trois cordes ou trois câbles en fil de fer galvanisé qui seront solidement fixés au sol.

Dans chaque hauban, on disposera deux ou trois isolateurs. Pour un bon haubanage, les points de fixation des haubans au sol devront représenter un triangle équilatéral et ne devront pas être, par rapport au mât, à une distance inférieure à 1/2 fois la hauteur entre le sol et le collier dont ils sont issus. Inutile, je pense, de vous dire que de ce fait pour un haubanage en 2 points, il y aura 2 fois trois fixations au sol, etc. La tension devra être répartie sur chaque corde, de façon telle que le mât soit parfaitement perpendiculaire.

Mais avant de dresser vos poteaux ou vos mâts, n'oubliez surtout pas de fixer l'aérien (nappe ou brin) avec son câble en descente, car après le problème serait plus difficile. Justement, ce problème amène à la question: comment faire, si l'antenne vient à être endommagée? A cette question il y a une réponse, ou plutôt une astuce de montage qui vous permettra de réparer en cas de besoin, mais aussi de vérifier de temps en temps l'état de l'antenne, du fil, des soudures, de nettoyer les isolateurs, etc. Lors du montage, à plat au sol, on fixera au sommet des poteaux ou des mâts, un isolateur noix ou poulie par sa gorge extérieure et on fera passer la corde de fixation provenant de l'isolateur d'antenne par le trou central. Jusque-là, rien de nouveau. Mais si cette corde de fixation a une longueur égale à deux fois la hauteur des poteaux ou des mâts, nous pourrons depuis le sol, et comme pour les voiles d'un bateau, monter ou descendre notre antenne, qu'elle soit filaire ou nappe. Une solide fixation de la

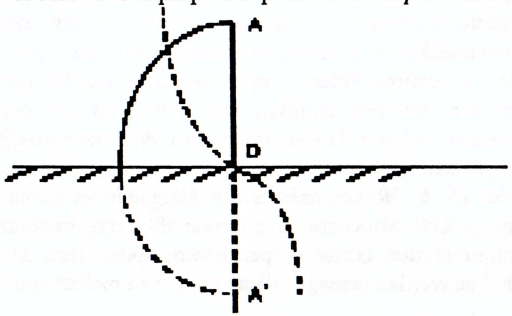


corde goudronnée au bas des supports assurera l'immobilisation de l'aérien. Pour obtenir le meilleur glissement possible, un choisira un isolateur dont le trou central soit assez gros pour laisser passer librement cette corde goudronnée. Pour éviter le balancement du câble de descente, en raison du vent, il faudra le fixer. Comme il doit suivre les mouvements de montée et de descente de l'antenne, nous utiliserons une fixation souple et du câble isolé. Nous prévoierons à cet effet, et toujours avec notre corde goudronnée, des boucles très lâches d'environ 20 centimètres de diamètre pour un mât et beaucoup plus pour un poteau. Le nombre de boucles sera déterminé par la hauteur des supports et il faudra en prévoir une tous les 75 centimètres environ. Chaque boucle sera solidement attachée au câble de descente et simplement passée dans le mât ou le poteau. Ainsi, le câble de descente sera maintenu mais pourra descendre avec l'antenne. Eventuellement, on pourra l'aider en tirant légèrement dessus.

Toujours en ce qui concerne le câble de descente, il faudra prévoir son entrée dans le local où se trouvera le récepteur. Pour conserver une bonne isolation, vous pouvez utiliser une pipe en porcelaine qui, scellée dans le mur, laisse le passage au fil. Mais vous pouvez aussi et sans risque faire passer le fil pour un trou percé dans le cadre en bois d'une fenêtre. Au niveau de l'entrée dans le local, il faudra éviter que l'eau de pluie, qui ne manquera pas de suivre le câble, puisse pénétrer. Pour cela, on fera faire un coude au câble de descente. C'est ce qu'on appelle une goutte d'eau. Le ruissellement peut descendre, mais non monter, et de ce coude tomberont les gouttes qui ne pourront entrer chez vous.

Maintenant, si vous choisissez de monter votre antenne d'une façon fixe, vous pourrez utiliser un câble non protégé pour la descente. Il faudra alors le maintenir, tout au long de son parcours, aussi éloigné que possible des mâts, poteaux ou murs. Une perte de courant haute fréquence étant toujours à craindre, je vous recommande l'entrée par la pipe en porcelaine ou au moins grâce à un petit fourreau plastique (genre stylo à bille) même au travers du cadrage de la fenêtre.

Si vous "implantez" une antenne en V, c'est naturellement à la pointe de ce V qu'il faudra raccorder le câble de descente. Quant à l'angle formé, il ne devra pas excéder 60°, ni être inférieur à 30°. Mais si une bonne antenne est nécessaire pour obtenir de bonnes réceptions, une bonne terre est son complément indispensable. En commençant l'étude des antennes, nous avons vu quelques images de vibration. Mais en reprenant l'exemple de l'antenne composée d'un brin, dont l'une extrêmité est réunie à la terre, on pourrait prolonger le dessin des courbes de tension et d'intensité. En effet, une image symétrique se produit dans le sol. C'est comme si une seconde antenne identique à la première, mais opposée, était enfoncée dans le sol. Ainsi, toutes les antennes ont leur image électrique sous le sol. C'est la continuation de leur circuit HF et cela vous explique l'importance de la *prise de terre*.



On l'appelle très souvent: *contre-poids de l'antenne*. Voyons comment l'installer. Si le sol est dur et caillouteux, c'est l'idéal. L'idéal aussi est d'enterrer un grillage métallique sous l'antenne elle-même. On pourrait même en cas de difficulté ne l'enterrer que partiellement. Dans ce cas, nous aurions bien une seconde antenne au sol. Si par contre, le sol se prête à l'enfouissement, n'hésitez pas, creusez un trou dont la profondeur sera comprise entre 50 centimètres et un mètre et donc la surface sera de 1 à 2 mètres carrés. Une grille métallique en cuivre ou en fil de fer galvanisé sera mis en place, après que l'on aura garni le fond du trou de charbon de cornue, c'est-à-dire de coke. On recouvrira la grille avec ce même produit, puis avec la terre que l'on tassera bien et qu'on arrosera très souvent, surtout pendant la saison sèche. On aura pris soin de souder un fil isolé de 20 à 25/10 à la grille et de protéger la soudure. Le trajet entre ce point et le récepteur devra être le plus court possible. Une autre solution consiste, si vous avez, par exemple, un puits à proximité, à immerger une chaîne de quelques mètres de longueur à laquelle sera soudé le câble de liaison. L'eau de puits ne sera pas polluée et la prise de terre sera bonne. Le poids de chaîne étant suffisant pour tendre le câble à l'intérieur, il suffira d'un collier au niveau de la margelle pour tenir l'ensemble. Je précise "un collier scellé".

Jusqu'à présent, nous avons traité le problème en considérant que le local d'habitation et de réception était une maison individuelle. Mais si c'est un appartement, il est bien évident que l'installation d'une antenne et d'une terre diffèrent. Commençons par cette dernière. La meilleure solution consiste à se "brancher" sur un tuyau entrant le plus rapidement possible en contact avec la terre. On choisira de préférance une canalisation d'eau ou, à la rigueur, de chauffage central. Par contre, en aucun cas on ne devra utiliser une canalisation de gaz. Le branchement sera réalisé grâce à un collier de serrage après mis à nu, par décapage ou grattage du cuivre ou de l'acier du tuyau. Pour éviter une oxydation trop rapide et aussi pour respecter l'esthétique, on pourra ensuite reprendre la partie tuyau munie de son collier. Le fil de raccordement qui sera soit soudé soit bloqué entre deux rondelles sur le collier, sera isolé et de section relativement importante (au moins 16/10). Il sera tenu au mur par de petits isolateurs jusqu'au récepteur.

Voyons maintenant l'antenne. Il faut dire tout de suite que la meilleure des antennes intérieures ne vaudra jamais, pour la réception des ondes courtes entre autres, la plus simple des antennes extérieures. Alors je vous engage à choisir cette dernière, même si vous ne pouvez que la fixer à votre balcon où elle peut prendre la forme d'une simple tige métallique. Mais si malheureusement vous ne pouvez faire autrement, voici une façon de procéder et quelques conseils qui vous aideront à surmonter vos difficultés et vous permettront d'installer une antenne intérieure valable, bien que simple et discrète.

En premier lieu, et comme vous ignorez la structure ou la composition interne de vos murs, il vaut mieux partir du principe qu'ils sont bardés de fer constituant une cage de Faraday. Vous aurez donc intérêt: 1) à éloigner votre antenne de cette masse; 2) à la placer le plus près possible des ouvertures libres - baies, fenêtres, etc. Eloigner, cela veut dire aussi isoler. Ici, il ne va pas être question d'utiliser une poulie ou une noix de porcelaine, ce qui serait disgracieux, mais on peut très facilement couper dans une bande de plastique transparent de 2 à 3 millimètres d'épaisseur (utilisée par exemple pour les modèles réduits) des languettes rectangulaires de 15 à 20 centimètres de longueur et de 2 centimètres de largeur. Ces languettes seront percées d'un trou à chacune de leurs extrêmités. Les trous seront situés à environ un centimètre des bords et permettront pour l'un, le passage et la fixation du fil d'antenne, pour l'autre, le passage d'un clou à crochet qui, fixé au mur, sera le point



d'ancrage. Le fil d'antenne pourra être un fil nu, dont la section pourra être comprise entre 8 et 10/10. Je sais qu'il existe des antennes boudins: libre à vous de les prendre mais elles ne vous apporteront rien de plus.

Le montage sera facile et se fera sur place. Après avoir passé dans un trou et fixé le fil d'antenne à l'une des languettes isolantes, on accroche celle-ci à l'un des clous à crochet. Ceci, par son second trou. Puis on déroule le fil d'antenne et on vient le passer dans un des deux trous de l'autre languette plastique, qui sera ensuite accrochée au second clou à crochet, par son autre trou. Il ne restera plus qu'à tendre le fil d'antenne, à le nouer pour le fixer et à couper l'excédent. Nous aurons ainsi la mesure idéale. L'antenne sera tendue, certes, mais suffisament souple pour que nous puissions la décrocher. C'est ce que nous allons faire immédiatement, afin de souder à l'une de ses extrêmités, mais sur la table, le fil de descente. Celui-ci, dont la section sera d'environ 7 à 10/10, sera isolé et aboutira à l'entrée *antenne du récepteur*.

Cette antenne devra se trouver le plus près possible des ouvertures, mais aussi éloignée des murs et des plafonds. Les clous à crochet devront être disposés de telle manière que le fil soit distant de 10 à 20 centimètres de ces surfaces. En ce qui concerne la longueur du fil aérien, c'est toujours la même chose. Plus la longueur sera importante, meilleurs seront les résultats. Ce sont donc les dimensions de la pièce (longueur et largeur) qui seront déterminantes. Rien ne vous empêche de tendre votre antenne en angle, en respectant les données dont nous venons de parler et en prévoyant la descente au centre. Vous aurez ainsi une plus grande longueur et deux directions à 90° de réceptions favorisées.

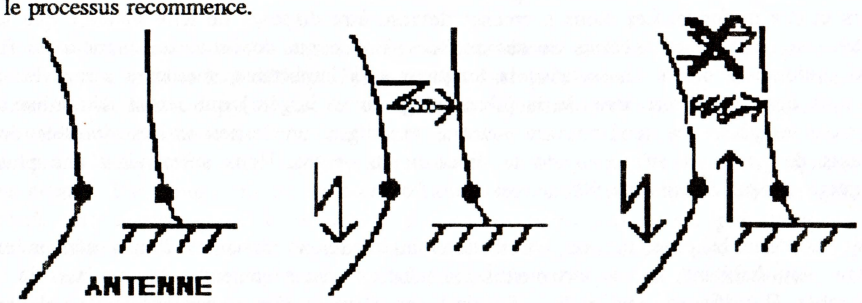
Mais tournons la page sur ces installations intérieures et revenons à nos aériens extérieurs. Même en habitant un appartement, l'installation d'une antenne bonne sur le toit est réalisable. Il suffit en premier lieu d'avoir l'accord du ou des responsables, et après avoir pris les garanties d'assurances nécessaires, d'installer - les mâts seront fixés aux soubassements des cheminées, par des cerclages, c'est-à-dire par de grands colliers. Bénéficiant déjà de la hauteur des mâts à quelques mètres, l'antenne pourra avoir les différentes formes déjà citées ou n'être qu'une simple tige. Le problème le plus délicat sera sûrement celui posé par la liaison de descente. Ce problème, nous allons en parler un peu plus loin.

Mais tout de suite, il faut nous protéger. En effet, toute antenne extérieure peut recevoir la foudre ou au moins, se charger électriquement de façon importante. Dans les deux cas, il faut éliminer à la terre, et par le chemin le plus direct, ces charges dangereuses. Le moyen le plus simple mais qui, privé de l'installation de l'antenne par temps d'orage, est l'inverseur à couteau, qui permet de relier le câble de descente d'antenne soit au récepteur, soit à la terre en cas d'orage. A côté de cette solution, par tout ou rien, il en existe d'autres qui font appel à des composants appelés *parafoudres*. L'intérêt de ceux-ci est de protéger, sans priver. L'antenne reste utilisable pendant l'orage. La perturbation ou la gêne n'intervient que lorsque la cage s'écoule vers la terre. Sitôt celle-ci éliminée, tout redevient normal.

Voici donc ces parafoudres. Nous trouverons le parafoudre à cornes, le parafoudre à cloche et même la simple lampe néon, utilisée habituellement dans les voyants. Ils font tous appel au même principe, à savoir qu'une étincelle jaillit entre deux points A et B distants de "d" lorsque l'on augmente très fortement la différence de potentiel en A/B. Si les deux points sont, par exemple, distants de 1 millimètre, rien ne se passera. Si nous appliquons en A/B des tensions de l'ordre de 220 volts par exemple, mais si nous atteignons 1000 volts c'est-à-

dire 1 Kilovolt ou plus, nous verrons une effluve se produira. L'amorçage entre les deux points dépend donc: 1) de la distance entre ces deux points; 2) de la différence de potentiel qui leur est appliquée. Ainsi, si nous approchons une terre de notre fil d'antenne, une étincelle jaillira et un écoulement vers la terre se produira dès que la différence de potentiel *antenne/terre* atteindra un *seuil* correspondant à l'écartement. Bien sûr, vous me direz qu'approcher ainsi un point de terre, c'est risquer des pertes HF Mais, ne pas le faire c'est sûrement plus grave.

Le parafoudre à cornes, comme son nom l'indique, se compose de deux cornes allant en s'évasant. L'une de ces cornes est réunie à l'antenne, alors que l'autre va par le plus court chemin à la terre. Dès que la tension dangereuse est atteinte, un arc jaillit à la base et se maintiendrait si, là encore, nous ne faisions appel à une autre loi de physique: la *chaleur* de l'*arc* électrique produit un courant ascendant qui le fait monter. Comme les cornes vont en s'évasant, la distance croît entre les points A et B et l'*arc* se souffle. Tout rentre dans l'ordre, sauf si la charge n'est pas totalement éliminée. Dans ce cas, l'arc se reproduit à la base, et le processus recommence.



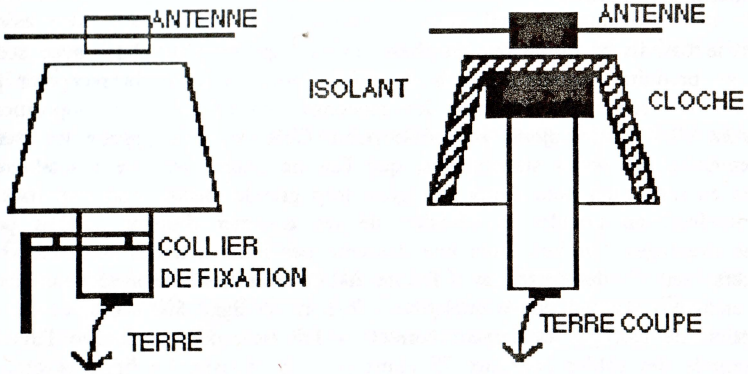

Ce type de parfoudre est surtout utilisé pour la protection des lignes électriques haute tension par exemple. En effet, elle peuvent "recevoir" la foudre qu'il faut écouler rapidement. Mais revenons à nos antennes.

Un modèle qu'on rencontre très fréquemment est le parafoudre à cloche. Comme son nom l'indique, il a la forme extérieure d'une clochette. Le plus petit diamètre se trouvant à la partie supérieure et mesure facilement environ 25 millimètres, alors que le plus grand correspond à la partie intérieure ouverte et mesure facilement le double. A l'intérieur, se trouve un cylindre dont le diamètre est d'environ 20 millimètres. Ce cylindre est naturellement solidaire mécaniquement de la cloche qui le recouvre, mais la fixation est assurée par une matière à haut pouvoir isolant. La largeur du cylindre est supérieure à celle de la cloche. Ainsi pourra-t-on le fixer à un support quelconque sans risquer de "toucher" la cloche, qui sera réunie à l'antenne. Le principe de fonctionnement est le même que celui du parafoudre à cornes. Si une charge électrique apparaît sur l'antenne, elle sera transmise à la cloche et un arc jaillira entre celle-ci et le cylindre intérieur, permettant ainsi l'écoulement vers la terre.

Voyons maintenant et pour terminer le plus simple des parafoudres. Il est constitué d'une simple lampe néon utilisée habituellement dans les voyants. Nous la prendrons bien sûr grosse, et nous raccorderons tout simplement une de ses électrodes à l'antenne et l'autre à la terre. Par exemple, la cathode sera réunie à l'antenne et l'anode à la terre. Dès que la tension d'amorçage est atteinte, le gaz devient conducteur et une lumière rouge-orange apparaît dans l'ampoule. Or, cette tension d'amorçage, c'est la différence de potentiel appliquée à ses électrodes. C'est donc la différence de potentiel qui peut exister entre l'antenne et la terre,



accidentellement. Si le gaz conduit la charge électrique se trouvant sur l'antenne s'écoule vers la terre et disparaît. La lampe a donc bien, en éliminant cette charge, protégée l'installation.




A présent, je vous propose d'examiner le cas des antennes accordées. Nous avons vu qu'une antenne vibrait suivant une fréquence appelée fondamentale et ses harmoniques. L'accord va donc dépendre de la longueur du brin d'antenne. Mais si nous assurons la liaison *antenne --> récepteur* par un simple fil, nous faisons ce que l'on nomme une liaison apériodique. Dans ce cas, pour tirer le maximum de l'antenne, il faudra que la descente se trouve raccordée à un point sur l'antenne où se produit un ventre d'intensité. Or, si nous nous basons sur la fondamentale, nous voyons que pour certaines harmoniques, ce point ne se trouve plus à un ventre, mais à un nœud d'intensité. Ces harmoniques représentent des longueurs d'onde possibles mais qui ne seront donc pas reçues par le récepteur.

Nous avons vu qu'en utilisant une antenne dont la dimension est calculée pour une fréquence précise et déterminée par la formule $f = \frac{300.000}{\lambda}$,

certaines harmoniques de la fondamentale, dans le cas d'une descente apériodique, n'étaient pas ou mal reçues par le récepteur. Pour cette raison, lors de la réalisation de votre antenne "ordinaire", je vous ai dit de ne pas tenir compte d'une fréquence en particulier, mais de prévoir des brins aussi grands que possible. Ainsi, une question se pose: dans le cas d'une antenne accordée, sommes-nous limités à la seule fréquence correspondante? Pour y répondre, il faut tout d'abord examiner les différentes liaisons possibles entre l'aérien et le récepteur. Nous connaissons le fil de descente simple, mais que se passe-t-il au niveau de ce fil? Reprenons l'exemple de la pierre tombant dans l'eau. Des ondes se propagent plus ou moins rapidement, de façon concentrique. Dans notre câble, c'est pareil: *progressivement*, les ondes reçues par l'aérien vont se propager par celui-ci jusqu'au récepteur. Vous savez que deux courbes, tension et intensité, caractérisent les ondes; vous savez aussi qu'au niveau de l'antenne, à un ventre de tension correspond un nœud d'intensité et réciproquement; mais dans le câble, il en va différemment. Les deux courbes tension et intensité s'acheminent en phase, c'est-à-dire qu'elles se superposent. Encore une fois, reprenons le bassin et la pierre. Si aucun obstacle ne se trouve sur le chemin de nos ondes, celles-ci continueront leur route et seront, progressivement, absorbées par l'élément liquide. Mais si nous disposons sur leur route une planche, par exemple, elles viendront buter dessus et repartiront en sens inverse. Si vous préférez, elles remonteront le courant formé. Dans le cas de l'antenne, c'est la même chose. Si l'adaptation antenne-descente-entrée-récepteur est parfaite, les ondes, ou plus exactement le courant HF, au fur et à mesure de leur arrivée, seront absorbées. Si par contre il y a

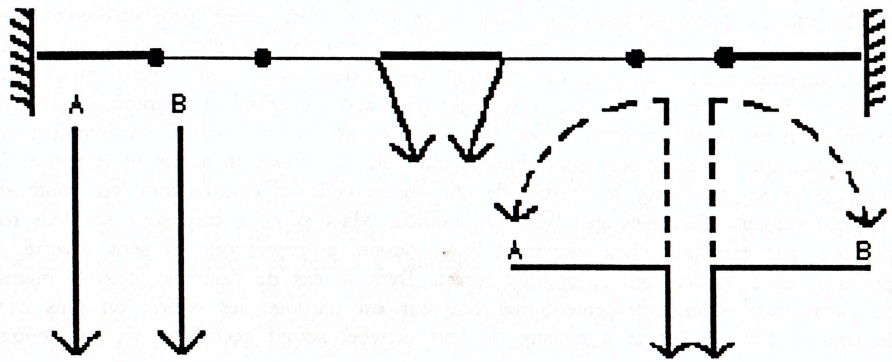
désadaptation d'impédance, un "reflux" se produira et une partie plus ou moins importante des ondes ou du courant HF remontera vers l'antenne. Ces courants remontants vont rencontrer des courants descendants.

Suivant le cas, ils se trouveront en phase ou en opposition de phase avec ceux-ci. Comme le retour se produira toujours à partir du même point: l'entrée du récepteur pour une même fréquence HF reçue par l'antenne les rencontre, en phase et en opposition de phase, se produiront elles aussi toujours au même point. C'est ce qu'on appelle les *ondes stationnaires*. Bien entendu, ces ondes stationnaires, que l'on ne pourra pas éviter totalement, devront être réduites au maximum pour éviter une gêne trop grande, disons trop importante. Dans certains cas, toutefois, on prendra la décision de les accepter d'autant qu'elles pourront apporter certains avantages. On fera alors une descente par ligne à ondes stationnaires. Leur présence entraînera bien sûr des pertes, et il faudra établir cette descente avec deux fils nus, espacés et isolés entre eux. On lui donne quelquefois le nom de ligne 600 ohms, ce qui - bien que cette appellation ne soit pas totalement correcte - fait nettement apparaître l'interdiction d'utiliser par exemple des câbles coaxiaux 75 ohms pour la réaliser. La ligne accordée devra, comme l'antenne, avoir une longueur représentant le quart ou la moitié de la fréquence; aussi, si la distance qui sépare l'antenne du récepteur est supérieure à 1/4 ou 1/2 $\lambda$ aura-t-on intérêt à travailler en ondes progressives. De toute façon, si l'ensemble de l'antenne doublet (aussi connue comme *antenne dipôle*) et ligne à ondes stationnaires permet de recevoir la fondamentale et toutes les harmoniques, elle ne fait pas de l'antenne une *toutes bandes*. L'antenne et la ligne accordée seront donc réservées à des cas bien précis et en particulier, à l'émission.

Mais puisqu'il vient d'être question de doublet (ou antenne dipôle), examinons ce type d'antenne, car on peut facilement l'utiliser en *toutes bandes* ou *multibandes*. Un doublet, c'est une ligne filaire qui est coupée en son milieu et dont les deux brins ainsi formés sont à nouveau réunis grâce à un isolateur. C'est de ces deux points que partiront les fils de la ligne de descente. Dans le cas d'une antenne accordée, les deux brins auront comme longueur:

1/4 ou 1/2 de $\lambda$

Mais considérons que l'ensemble antenne doublet + descente en ondes progressives. Nous pouvons l'assimiler à seulement deux fils conducteurs isolés entre eux qui, à un moment donné, ont été écartés et mis à l'horizontale. Volontairement, je n'ai pas indiqué la longueur, ni pour la partie horizontale, ni pour la liaison ou descente, afin de bien faire apparaître que ces deux parties n'en font plus qu'une. Nous venons de réaliser ce que l'on appelle une antenne *longs fils*. Nous venons de réaliser une antenne de type doublet (2 brins) qui est pourtant une antenne toutes bandes.






Avant de parler de la liaison antenne -> récepteur, voyons la seconde antenne type doublet que nous appellerons *multibandes*. Cet aérien un peu particulier comprend en réalité plusieurs antennes accordées cette fois. Avant de le réaliser, il sera bon d'examiner quelles sont les longueurs d'ondes que l'on veut favoriser. Ce classement effectué, on taillera des brins d'antenne doublet en 2 x 1/4 d'onde.

Pour une meilleure compréhension, prenons un exemple et donnons des lettres à chacun de ces brins. Nous aurons par exemple:
- pour $\lambda$1 les brins A et A'
- pour $\lambda$2 B et B'
- pour $\lambda$3 C et C' etc.

Réunissons au même point l'une des extrêmités de A, B, C, etc. Faisons de même pour A', B', C', etc. Nous avons un ensemble de doublets dont la descente est commune. Chaque antenne va donc favoriser sa fondamentale et certaines harmoniques. Mais l'ensemble du montage nous donnera une *multibandes*.

Pour terminer ces quelques séquences consacrées aux antennes, voyons quel câble choisir pour récupérer l'énergie reçue par la *toutes bandes* ou la *multibandes*. Il ne faut pas perdre de vue qu'un doublet est une antenne symétrique dont le câble de liaison doit aussi être, si possible, symétrique. Un câble coaxial traditionnel est composé d'un fil central ou âme, enrobé de matière isolante, entourée d'une gaine métallique, elle-même protégée extérieurement. S'il y a bien deux fils, ils ne sont pas symétriques. Ce type de câble sera utilisé pour les descentes apériodiques antiparasites, la gaine métallique, jouant alors le rôle de bouclier. A la place de ce fil, vous aurez intérêt à vous procurer du câble symétrique (2 fils isolés tenus à distance constante) et dont l'impédance est 52 ohms, 75 ohms ou 300 ohms. Ces deux fils seront raccordés aux deux brins de l'antenne et aux deux extrêmités du bobinage d'entrée du récepteur.

N'oubliez pas aussi qu'une antenne doublet présente en son milieu, même dans le cas de *multibandes*, une impédance caractéristique proche de 75 ohms. Enfin, qu'une bonne terre reste toujours un élément important.

**Radio Nederland Wereldomroep © - 1988**